

BEYİN VE DAVRANIŞLAR ÜZERİNE SOSYAL ÇEVRENİN ETKİLERİ

THE EFFECTS OF SOCIAL ENVIRONMENT ON THE BRAIN AND BEHAVIOUR

Sayad KOCAHAN*, Kübra AKILLIOĞLU**, Emine BABAR MELİK**, Enver MELİK**

ÖZET

Yaşamsal- ruhsal- toplumsal (biyo-psiko-sosyal) bir varlık olan insan çevrenin etkisi altında yaşamını sürdürür. Sosyal çevre insanın yaşamı boyunca, karşılıklı olarak etkileşim içinde bulunduğu ortam olarak tanımlanmaktadır. Ergenlik ve öncesi dönemlerde grup içinde sosyal organizasyon kurmak çok önemlidir. Erken gelişim döneminde yaşanan sosyal izolasyonun beyin gelişimini ve yetişkin dönem davranışlarını etkileyebileceği ortaya konulmuştur. Bu amaçla derlememizde sosyal çevrenin beyin ve davranışlar üzerine etkileri özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Beyin, davranış, sosyal çevre, sıçan

ABSTRACT

The human being, which is a biological-psychological-social individual, lives under the influence of the environment. The social environment is defined as the setting, where man mutually interacts throughout his life. The establishment of social organization a the group, is of great significance during adolescence and preadolescence. It has been demonstrated that, social isolation experienced during early development, may affect the development of the brain and behaviour in adulthood. In this context, the present review summarizes the effects of the social environment on the brain and behaviour.

Key words: Brain, behavior, social environment, rat

GİRİŞ

Çevre, insanın yaşamı boyunca, karşılıklı olarak etkileşim içinde bulunduğu fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır. Yaşamsal- ruhsal- toplumsal (biyo-psiko-sosyal) bir varlık olan insan çevrenin etkisi altında yaşamını sürdürür. İnsan kalıtım ile taşıdığı farklı yeteneklerini çevre içinde ve çevre ile etkileşerek geliştirmektedir. İnsan çevresine sürekli uyum sağlama çabaları göstererek gelişir. Bu uyum çabaları ile insan kendini tanıyarak, geliştirerek, yeteneklerini kullanarak mutlu bir birey olmasını öğrenir (15).

Günümüzde fenotipik ekspresyonda çevrenin önemi kabul edilmektedir. Yaşamın erken dönemlerinde olumsuz psikolojik deneyimler, travma sonrası stres bozukluğunda risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Anne-çocuk ilişkisi, evlat edinme koşulları gibi erken çocukluk döneminde yaşanan deneyimlerin, yetişkin davranışlarına yansıdığı ve birçok psikopatolojinin görülme sıklığını artırdığı bildirilmektedir (21). Klinik ve laboratuvar kanıtları, çevresel uyaranlar ve tecrübelerin sağlıklı beyin gelişimi için gerekli olduğunu ve beyin yaralanmasından sonra bilişsel işlevlerin derlenmesini etkilediğini desteklemektedir. Zengin çevre ortamında yetişmenin aksine, zengin olmayan çevre koşulları

bilişsel ve davranışsal işlevlerde yetersizliğe neden olmaktadır (23).

Davranış çalışmalarında, beynin fonksiyon ve gelişimini artırmak için tüm yaşam boyunca değiştirilebileceği gösterilmektedir. Gelişmekte olan organizmada bazı kritik dönemler organizmanın geleceğini belirler. Bu kritik dönemler boyunca dış etkiler organizma üzerinde dramatik sonuçlar doğurmaktadır. Gelişmekte olan organizmanın dışsal düzenlemeler duyarlılığı türün devamlılığı için önemlidir. Beyin ve çevre arasındaki karşılıklı etkileşimin temelini aydınlatmak için yapılan girişimlerde fiziksel zengin çevre modeli ve sosyal izolasyon modeli hayvanlara uygulanmaktadır.

ÇEVRE

Bireyin fiziksel ve sosyal çevresi çok geniştir. Aynı evde yaşayan ve aynı okulda okuyan iki kardeşin bile çevresi aynı değildir. Bu kardeşlerin gelişimleri bakımından çevresel etkiler bir hayli farklıdır. Her şeyden önce, her bireyin fiziksel ve sosyal çevreden etkilenme biçimi farklıdır. Fizik ve sosyal çevre birlikte bireyin öz düşünce, duyu ve algılarının gelişimini sağlar.

Çevrenin özellikle fiziksel ve sosyal olmak üzere iki bileşeni olduğu kabul edilmektedir. Çevrenin sosyal bileşeni

Date received/Dergiye geldiği tarih: 21.12.2010- Dergiye kabul edildiği tarih: 12.01.2011

* Adıyaman Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Adıyaman
(İletişim kurulacak yazar: skocahan@adiyaman.edu.tr)

** Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Adana

içerisinde aile ortamı, arkadaş, eğitim, içinde yaşanan toplumun kültürü gibi faktörler bulunmaktadır. Çevrenin fiziksel bileşenini ise, nesnel olarak eşyalar oluşturmaktadır (1).

FİZİK ÇEVRE

Fizik çevre değişiklikleri ilk defa deneysel olarak 1947 yılında Hebb tarafından tanımlanmış olup, çalışmada serbest gezmelerine izin verilen sıçanlarla kafesteki sıçanlar karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada farklı deneyimleri takiben beyinde ölçülebilir değişimler olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda 1962 yılında Rosenzweig ve arkadaşları fiziksel ve sosyal çevre mekanizmalarının beyin fonksiyonlarını ve beyin anatomisini değiştirdiğini göstermişlerdir (30).

Krec ve ark., 1960 yılında zengin çevre modelini kullanarak öğrenme işlevleri üzerinde çalışmışlardır (26). Brenda ve ark., 2005 yılında zengin fizik çevre koşullarının yeni sinaps oluşumu, öğrenme ve bellek yeteneğini önemli ölçüde artırdığını göstermişlerdir (5).

Zengin fizik çevre faktörünün, LTP (long term potential) yoluyla sinaptik gücü artırdığı gösterilmiştir. Beyinde zengin fizik çevre etkisinin postsinaptik dendritlerin sayısının artmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (12).

Castro ve ark., zengin fizik çevre oluşturulmuş kafeslerdeki sıçanlarda yaptıkları çalışmada, dönen çark çevirmenin motor korteks kalınlığının artmasına, serebellar ve motor kortekste anjiogeneze, hipokampusta dentat girusta nörojeneze neden olduğu, nörotrofin ile dopamin düzeyinde artışa ve zedelenmeye karşı direnci artırdığını saptamışlardır (7).

Yapılan çalışmalarda zengin fizik çevrede yetişen hayvanlarda asetilkolin reseptörlerinin, asetil kolin esterazın, kolin asetil transferazın ve monoaminlerin çeşitli beyin bölgelerindeki miktarının arttığı gösterilmiştir (4).

Zengin çevrenin, kortikal sinir hücrelerinin dokusal, görsel ve işitsel uyarılara verdiği yanıtı, duysal kortekste ise temporal işlergeyi artırdığını göstermiştir. Son yapılan çalışmalarda bu değişikliklerin, işitme korteksinde güçlendirilmiş glutamaterjik sinapsların oluşumu sonucu ortaya çıktığı bulunmuştur. Bulgular zengin çevrenin, kortikal ağın işlevi ve şekli üzerine önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir (3).

Sale ve ark. doğumdan sonra gelişim süresince zengin çevreye maruz bırakılan farelerde, standart ortamda yetişen farelere göre, görsel sistem gelişiminin hızlandığını, görsel keskinliğin arttığını ve beyin kökenli nörotrofik faktörün (BDNF) ekspresyonunun arttığını saptamışlardır (32).

SOSYAL ÇEVRE

Tüm canlılar genellikle sosyal gruplar halinde yaşarlar. Ergenlik ve öncesi dönemlerde grup içinde sosyal organizasyon kurmak çok önemlidir. Grupta sosyal oyun, sosyal organizasyonun kurulması için önemlidir (20). Aktif ve uyarılmış yaşam, insanda bunamaya karşı koruyucu etki oluşturur. Bu etkiyi, yaşa bağlı değişiklikler veya beyin patolojisine karşı bir kapasite oluşturarak yani bir algılama kapasitesi yaratarak yapar. Araştırmacılar belirli bir sosyal yaşam tarzı olan kişilerde, sinaptik plastisitenin uyarıldığını ve böylece beyinin artan sinaptik yoğunluğunun bilişsel kapasiteyi olumlu etkilediğini kabul etmektedir. Bu sinaptik plastisite glutamaterjik ağa bağlıdır ve beyin ağının daha etkili kullanımı beyin ağının alternatif kullanım kapasitesini artırmakla sonuçlanabilir. Daha geniş bilişsel

kapasitenin kişiyi patolojik gelişmelerden, oksijen metabolizmasını, glikoz ve serebral kan akımı artışını ve nörodejenerasyonu azaltarak koruduğu ileri sürülmektedir. Anatomik ve nörokimyasal plastisite çevresel kompleksle birleştirildiğinde birçok beyin hasarının iyileşmesini artırır (37).

Sıçanlar zamanlarının büyük çoğunluğunu sosyal oyun davranışlarına harcarlar. Sosyal iletişim içinde yaşayan sıçanlarda artmış kortikal ağırlık, artmış nörotrofik faktör düzeyi, artmış nöronal yoğunluk ve beyin hasarından sonra davranışsal iyileşme görülürken, izolasyon gruplarında nöroanatomik, nörokimyasal, fizyolojik ve davranış anormallikleri gözlenmiştir (31).

Sıçanların sosyal davranış gelişimi üzerine yapılan birçok ayrıntılı ve tanımlayıcı çalışmalarda gelişim süresince özgül süreçler ayırt edilmiştir. Kritik dönem hipotezi, genç ve sosyal bir türün özgün sosyal kronolojik dönemleri geçmesinin bu türün bundan sonraki uygun sosyal gelişimi için gerekli olduğunu ileri sürmektedir. Sıçanlar kritik dönem boyunca alıılmadık biçimde, sosyal bağlanma ve şekillenme gibi çevresel etkenlere şüphe ile yaklaşır (34). Bu dönem boyunca, genç sıçanlar zamanlarının büyük çoğunluğunu annelerinden ayrı geçirirler ve böylece ilk annesiz sosyal ilişki davranışını, örneğin sosyal oyun davranışını gösterirler. Ergin seksüel ve sosyal davranış modellerinin bir kısmı sosyal oyun içinde tanımlanmakla birlikte, zamanın büyük kısmında bunlar değiştirilir. Oyun yaklaşık olarak doğumdan sonra 18. günde ortaya çıkar, yaşamın 4-5. haftasında pik yapar ve seksüel olgunlaşmaya kadar azalır (2,28).

Çalışmalarda erken sosyal deneyimlerin sonraki sosyal gelişim için önemi araştırılmıştır. Yetişkin sıçanlar yaşamlarının erken döneminde sosyal deneyim yaşamazlarsa, çiftleşmede ve sosyal davranışlarında değişim gözlenir. Sosyal ilişkilerde karmaşa, sıçanlarda normal sosyal cevaplılığın gelişimi için erken sosyal deneyimlerin gerekliliğini göstermektedir (9).

SOSYAL İZOLASYON

Laboratuvar ortamında sosyal çevre etkilerinin araştırılabilmesi için sosyal izolasyon modeli yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk defa 1960'da Hatch ve arkadaşları sosyal izolasyonlu sıçanların çevresel uyarana ve elle dokunmaya anormal tepkisini tanımlamışlardır. Yapılan çalışmada sosyal izolasyonlu sıçanların elle dokunmaya anormal tepkisi ve aşırı duyarlılığı ilgi çekmiştir (17). Sosyal izolasyon koşullarında hayvanlar, hayatlarının doğumdan sonra 21. günden yetişkinliğe kadar olan kritik evresinde sosyal ilişkiden ve sosyal oyun ortamından yoksun bırakılmaktadır. Sosyal izolasyonlu hayvanların, yeni ortama maruz kaldıklarında artmış lokomotor aktivite sergiledikleri gözlenmiştir (11,14). Ayrıca, sosyal izolasyonlu hayvanların, yeni ortama uyumu için daha çok zamana ihtiyaç duydukları, açık alanda artmış dışkı ve neofobi sergiledikleri gözlemlenmiştir (36). Böylece erken gelişim döneminde yaşanan sosyal izolasyonun beyin gelişimini ve yetişkin dönem davranışlarını etkileyebileceği ortaya konmuştur.

Sosyal izolasyon, yeni çevreye ve dopamin agonistine yanıt olarak, artmış lokomotor aktivite, düşmüş ağrı eşiği, prepuls inhibisyonunda eksiklik ve nöroleptik ilaçlara değişik yanıt gibi hiperaktiviteyi içeren bir duruma neden olur (9,17). Ayrıca sosyal izolasyon sosyal fonksiyon gelişimini bozar ve

şizofreniye sebep olabilir. Hastalar şizofrenik belirtiler başlamadan önce sosyal izolasyona eğilimlidirler, bununla birlikte şizofrenik belirtiler görüldüğünde sosyal izolasyon şiddetlenir. Prefrontal korteksin orta kısmı ve hipokampus şizofrenik hastalarda fonksiyon bozukluğunun kritik bölgeleri olarak gösterilmiştir. Yakın zamanda sunulan verilere göre hipokampüste dendritik diken yoğunluğunda azalma ve prefrontal kortikal piramidal nöronların orta kısmında şizofreni ile beraber bir azalma görülmüştür (38).

Gelişim süresinde sosyal izolasyonlu hayvanda kronik stres yeni uyarana HPA aşırı cevaplılığı ile karakterize edilir. İzole sıçanlarda HPA'nın fonksiyonel cevabı, akut stresli uyarana, ayak şoku, etanol veya izoniyazidin akut enjeksiyonu ile aşırı derecede artmıştır (33).

Anneden veya akranlardan izolasyon, kemirgenlerde ve primatlarda biyo-davranışsal yanıtlara neden olabilir. Örneğin, sıçanlarda sosyal izolasyonun davranışsal olarak agresif hiperaktiviteye, amfetamin ile stereotipte artışa, prepuls inhibisyonun başlamasında ve nöroendokrin işlevlerde eksikliklere neden olmaktadır (38).

Organizma herhangi stresle karşılaştığında vereceği tepkiler stresin tipine, birey ve çevre faktörüne bağlı olarak gelişir. Stres ile karşılaşan bireyin yaşı, bulunduğu ortam, bireyin stres ile baş edebilme kapasitesi ortaya çıkacak cevabı ve öğrenmeyi farklı etkileyebilir.

Anneden ayrılma yeni doğan yavrularda büyüme ve gelişmeyi etkileyerek erişkin dönemde bilişsel fonksiyonları etkilediği, erişkin dönemden sonra akranlarından ayrılan ve izole kafeslere konulan sıçanlarda da öğrenme performansının izolasyon süresi ile ilişkili olarak bozulduğu bildirilmektedir (8). Ancak farklı bulgular bildiren araştırmalar da bulunmaktadır.

Frisone ve arkadaşları tarafından yetişkin sıçanlar üzerine uygulanan sosyal izolasyon stresinin öğrenmeyi artırdığı gözlenmiştir. Uygulanan stres modeli örtüşmesine karşın bulgular arasındaki farklılığın stresin uygulandığı yaş dönemi için farklı olmasından kaynaklandığı ve süttan kesme dönemi sonunda uygulanan ılımlı sosyal izolasyon stersinin öğrenmeyi etkilemediği düşünülmüştür (16).

Sosyal İzolasyonun Nörokimyasal Etkileri

Sıçanlarda sosyal izolasyon davranış sonuçlarının nörokimyasal boyutu karmaşıktır ve dopaminerjik, glutamaterjik, kolinerjik ve serotonerjik sistem gibi nörotransmitter sistemleri ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (38).

İn vivo mikrodiyaliz verilerine göre, sosyal izolasyon nukleus accumbens, kaudat-putamen'de dopamin düzeylerinde artışa neden olmaktadır. Sosyal izolasyondaki davranışsal etkilerin, dopamin fonksiyonundaki değişimlerden, özellikle de dopaminerjik mezolimbik sistem bozukluklarından kaynaklandığı gösterilmiştir (40).

Son on yılda glutamat sisteminin özellikle NMDA reseptörlerinin hipofonksiyonu ya da bozukluğunun şizofreni modeli olarak kullanılması, sosyal izolasyon yetişme çevresinin etkilerini NMDA reseptörleri aracılığı ile gerçekleştirdiğini düşündürmektedir (29).

Sosyal izolasyona maruz kalma beyin serotonerjik sistemi üzerinde özellikle, striatumda önemli etkiye sahiptir. Örneğin,

yetişim çevresi izolasyonunun kaudat putamenin dorsal kısmında 5-HT lif yoğunluğunda artışa neden olduğu rapor edilmiştir. Sıçanlarda sosyal izolasyon, hipokampusta serotonin innervasyonunda seçici bölgesel değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişikliklerin hipokampus ile dendritik morfoloji üzerine dolaylı etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu morfolojik ve moleküler düzeyde gerçekleşen değişikliklerin izolasyonlu sıçanlarda görülen birçok davranışsal bozukluğun temelini oluşturduğu ileri sürülmektedir (41).

Sosyal izolasyonda nöropeptidler hakkında çok az çalışma vardır. Depresyonlu 2 hayvan modeli olan Flinders Sensitive Line ve Fawn Hooded sıçanlarda, NPY-L1'in hipokampusta azaldığı bulunmuştur. Sprague-Dawley sıçanlarda anne ayrılığının NPY'yi hipokampusta azalttığı, hipotalamusta artırdığı gösterilmiştir (22). Başka bir çalışmada ise sosyal izolasyonlu ergen sıçanlarda, kaudat putamende artmış NPY düzeylerine rağmen amigdalada artış görülmemiştir (18). Nörokimyasal, moleküler ve elektrofizyolojik kanıtlar sosyal izolasyonun GABA reseptör yapısı ve işlevlerindeki değişikliklerle ilişkili olduğunu, beyin uyarılmasında ve duyarlılığında önemli olan progesteron ve metaboliti olan 3 α ,5 α -TH PROG düzeylerini etkilediğini göstermiştir (33).

Sosyal izolasyonlu sıçanlarda 3 α ,5 α -TH PROG ve 3 α ,5 α -TH DOC'un beyin ve plazma konsantrasyonlarının artışı, HPA fonksiyonunu, grup halindeki hayvanlardan fazla artırdığını ortaya koymuştur. Fakat sosyal izolasyonlu sıçanlarda nöroaktif steroidlere bağlı moleküler mekanizma tam olarak açıklık kazanmamıştır. HPA aktivitesinin değişmesi, yetişme çevresi izolasyonu dahil çok çeşitli kronik streste gösterilmiştir (40).

Deney hayvanlarında sosyal izolasyon modeli nasıl oluşturulur?

Sosyal izolasyon modeli deney hayvanlarının uzun veya kısa süreli sosyal ortamlarından yani yetişme çevresi ve arkadaş ortamlarından ayrılarak oluşturulmaktadır. Çalışmalarda denekler anne veya arkadaş çevresinden, özellikle akranları ile paylaştığı oyun ortamından ayrı tutulmaktadır.

Laboratuvar ortamlarında sıçan yavruları anne sütünden ayrıldıkları 21. günden itibaren yetişkin (3 aylık) döneme kadar her kafeste bir adet sıçan olacak şekilde kafeslere konarak sosyal izolasyon modeli oluşturulmaktadır. Arkadaş ve oyun ortamından yoksun bırakılan deneklerin dışarıdan uyarana almaması için kafesler dışarıdan siyah kağıtla kaplanmaktadır (25).

Bir kısım çalışmada ise sosyal izolasyon stresi oluşturmak için yavru sıçanlar süttan kesildikten ve anneden ayrıldıktan sonra 21 gün boyunca her gün 4 saat süreyle ayrı bir odada ve her biri ayrı bir kafeste barındırılmışlardır. Ayrıca sosyal izolasyon için görsel iletişimi engelleyecek şekilde opak malzemenle yapılmış kafeslerde kullanılabilir (13).

Sosyal İzolasyonun Davranışsal Testleri Üzerine Etkisi

Sosyal izolasyon modeli davranışsal (açık alan, aydınlık karanlık tercih testi, yükseltişi artı düzenek testi) ve bilişsel (morris su testi) testlerde araştırılmıştır.

Açık alan testinde kullanılan düzenek kare şeklinde siyah tahtadan yapılmıştır. Düzenegin tabanı çizgiyle 25 eşit kareye bölünmüştür. Düzenegin duvara komşu kareleri perifer, diğer kareler ise merkez olarak tanımlanmaktadır. Bu düzenekte duvara komşu alanlar sıçan için korumalı, güvenli alanlardır. Merkezdeki açık alan ise anksiyojenik uyandırır. Merkezde alanda geçirilen süre ve merkeze giriş-çıkışı, merkezen geçme sıklığı, merkeze girme latensi anksiyete durumunun göstergesidir (24). Açık alan test ile sıçanlarda açık alan korkusu, yeni uzaysal uyararla tetiklenen anksiyete ve lokomotor aktivite değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda sosyal izolasyonlu deneklerin açık alan testinde düzenegin merkezine daha kısa sürede girdiği, düzenegin merkezinde geçirilen sürenin uzadığı, periferinde geçirilen sürenin kısaldığı görülmüştür (25,38). Bu tip değişiklikler anksiyete benzeri davranışta azalma olarak değerlendirilmektedir. Çalışmaların bir kısmında anksiyete davranışlarında azalma bulunmasına rağmen (27,39), bir kısım çalışmalarda ise anksiyetede artış gösterilmiştir (19). Aydınlık-karanlık tercih testinde kullanılan aydınlık-karanlık düzenegini birbirine yuvarlak bir delik aracılığı ile bağlı aydınlık ve karanlık bölümlerden oluşmaktadır. Aydınlık bölüm beyaz opak pleksiglastan, karanlık bölüm siyah pleksiglastan yapılmıştır. Karanlık bölümün üzeri yine siyah pleksiglastan yapılan bir kapak ile örtülmüştür. Düzenegin aydınlık 120 W beyaz ışık ile aydınlatılmıştır. Işık aydınlık bölümün merkezinde 120 lx olacak ayarlanmıştır. Her iki bölümün zemini ince talaş tabaka ile örtülmüştür. Bu test ile sıçanlarda parlak ışık korkusu, kalıtsal olarak var olan karanlık tercihi ve aydınlıktan sakınmaya neden olan kalıtsal korku durumu değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, sosyal izolasyonlu sıçanlarda aydınlık karanlık tercih testinde yüksek anksiyete düzeyi gösterilmiştir (35).

Yükseltişi artı düzenek testinde kullanılan düzenek (elevated plus maze) açık kol, kapalı kol ve merkez olmak üzere üç ana bileşeni içermektedir. Düzenekte açık kol güvenli olmayan, anksiyojenik ortamdır. Düzenegin kapalı kolu ise güvenli ortamdır. Açık kol aktivitesi anksiyete durumunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Deneğin duygusal durumu açık kol aktivitesi ve yeni ortama alışma ile değerlendirilmektedir. Bu davranış testi ile sıçanlarda yükseltilmiş korkusu ve yeni uzaysal uyararla tetiklenen anksiyete değerlendirilmektedir (6). Sosyal izolasyonlu deneklerde yapılan yükseltişi artı düzenek testinde denekler düzenegin açık koluna ilk girme latensinde kısalma, açık kolda geçirilen sürede ise uzama göstermektedir. Ayrıca düzenegin açık koluna giriş sıklığı ve açık kola vücut uzatma sıklığında artış görülmüştür (25,38).

Bilişsel işlevlerin değerlendirildiği Morris su havuzu, içi su ile dolu bir tanktan oluşmaktadır. İçinde deneklerin kaçabileceği platformun bulunmakta ve denekler birkaç gün üst üste eğitim denemelerine tabi tutulmaktadır. Deneklerin havuzdaki platformun yerini en kısa sürede bulmayı öğrenmeleri beklenmektedir. Test günlerinde ise platform kaldırılmakta ve deneklerin platformun bulunduğu kadranda geçirdikleri süre belirlenmektedir. Bu testte deneklerin platformu uzaysal ipuçlarını değerlendirerek bulmaları beklenmektedir (1,10). Birçok çalışmada, sıçanlarda, özellikle bilişsel işlevlerin değerlendirildiği Morris su havuzunda sosyal izolasyon koşullarında yetiştirme ile bilişsel işlevlerde azalma gösterilmiştir (29).

Sosyal çevrenin davranışsal ve bilişsel işlevlerde olumlu etkilerinin gösterilmesi, beyin gelişimi ve olgunlaşmasında sosyal çevrenin çok önemli bir yeri olduğunu desteklemektedir. Günümüzde, sosyal çevrenin beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerinin tam olarak açıklığa kavuşmamış olması sosyal çevre araştırmalarını ilgi odağı haline getirmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akıllıoğlu K. Balb/c farede sinir sisteminin faklı kiritik 'gelişim pencerelerinde' NMDA reseptör blokajının yetişkin dönemde, çevresel faktörlere bağlı beyin bilişsel ve duygusal işlevleri üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı; pp 42-45, 2010.
2. Baenninger LP. Comparison of behavioural development in socially isolated and grouped rats. Anim Behav 1967, 15:312-23.
3. Beaulieu C, Cynader M. Effect of the richness of the environment on neurons in cat visual cortex. Receptive field properties. Dev Brain Res 1990, 53:71-81.
4. Bennett EL, Krech D, Rosenzweig MR. Reliability and regional specificity of cerebral effects of environmental complexity and training. J Comp Physiol 1964, 57: 440-41.
5. Brenda ME, Grunbegr NE. Effects of social and physical enrichment on open field activity differ in male and female Sprague-Dawley rats. Behav Brain Res 2005, 165:187-96.
6. Carola V, D'Olimpio F, Brunamonti E, Mangia F, Renzi P. Evaluation of the elevated plus maze and open-field tests for the assessment of anxiety-related behaviour in inbred mice. Behav Brain Res 2002, 134:49-57.
7. Castro JM, Duncan G. Operantly conditioned running: effects on brain catecholamine concentrations and receptor densities in the rat. Pharmacol Biochem Behav 1985, 23:495-50.
8. Conrad CD, Magarinos AM, McEwen BS, Leodoux JE. Repeated restraint stress facilitates fear conditioning independently of causing hippocampal CA3 dendritic atrophy. Behav Neurosci 1999, 113: 902-913.
9. Cooke BM, Chowanadisai W, Breedlove SM. Post-weaning social isolation of male rats reduces the volume of the medial amygdala and leads to deficits in adult sexual behavior. Behav Brain Res 2000, 117:107-13.
10. Deborah F, Cheryl A, Zimmerberg B. Social isolation stress during the third week of life has age-dependent effects on spatial learning in rats. Behav Brain Research 2002, 128:153-160.
11. Domeney A, Feldon J. The disruption of prepulse inhibition by social isolation in the Wistar rat: how robust is the effect? Pharmacol Biochem Behav 1998, 59:883-890.
12. Duffy SN, Craddock KJ, Abel T, Nguyen P V. Environmental enrichment modifies the PKA dependence of hippocampal LTP and improves hippocampus-dependent memory. Learn Mem 2001, 8:26-34.

13. Durmuş L, Aşçıoğlu M. Erkek yavru sıçanlarda sosyal izolasyon stresinin öğrenmeye etkisi. Sağlık Bilimleri Dergisi 2005, 14:52-56.
14. Einon DF, Morgan MJ. Early isolation produced enduring hyperactivity in the rat but no effects on spontaneous alternation. Q J Exp Psychol 1978, 30:151-156.
15. Ethem İ. Eğitime giriş.10, Ankara: Bımaş Matbaacılık, 1978; pp 65-67.
16. Frisone DF, Frye CA, Zimmerberg B. Social isolation stress during the third week of life has age – dependent effects on spatial learning in rats. Behav Brain Res 2002, 128:153-160.
17. Hatch AM, Wiberg GS, Zawadzka Z, Cann M, Airth JM, Grice HC. Isolation syndrome in the rat. Toxicol Appl Pharmacol 1965, 7:737-45.
18. Heilig M, Ekman R. Chronic parental antidepressant treatment in rats: unaltered levels and processing of neuropeptide Y (NPY) and corticotrophin-releasing hormone (CRH). Neurochem Int 1995, 26:351-355.
19. Hellemans KGC, Benge LC, Olmstead MC. Adolescent enrichment partially reverses the social isolation syndrome. Dev Brain Res 2004, 150:103-115.
20. Hol T, Van den Berg CL, Van Ree JM, Spruijt BM. Isolation during the play period in infancy decreases adult social interactions in rats. Behav Brain Res 1999, 100:91-97.
21. Imanaka A, Morinobu S, Toki S, Yamawaki S. Importance of early environment in the development of post-traumatic stress disorder-like behaviors. Behav Brain Res 2006, 2;173:129-137.
22. Jimenez-Vasquez PA, Overstreet DH, Mathe AA. Neuropeptide Y in male and female brains of Flinders Sensitive Line, a rat model of depression. Effects of electroconvulsive stimuli. J Psychiatry Res 2000, 34:405-412.
23. Joseph RM. Neuropsychological frameworks for understanding autism. Int Rev Psychiatry 1999, 11:309-324.
24. Kim JJ, Rison RA, Fanselow MS. Effects of amygdala, hippocampus and periaqueductal gray lesions on short and long term contextual fear. Behav Neurosci 1993, 107:1093-1098.
25. Kocahan S. Sıçanda sinir sistemi gelişiminin son olgunlaşma döneminde N-metil-D-Aspartat reseptör blokajı ve yetiştirme çevresi etkileşiminin yetişkin dönemde anksiyete ile ilişkili davranışlar üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı 2009; pp 31-36.
26. Krech D, Rosenzweig MR, Bennett EL. Effects of environmental complexity and training on brain chemistry. J Comp Physiol Psychol 53:509-519, 1960.
27. Marsden CA. Social isolation increases aggressive behaviour and alters the effects of diazepam in the rat social interaction test. Behav Brain Res 1996, 75:27-32.
28. Poole TB, Fish J. An investigation of individual, age and sexual differences in the play of *Rattus norvegicus*. J Zool Lond 1976, 179:249-260.
29. Quan MN, Tian YT, Xu KH, Zhang T, Yang Z. Post weaning social isolation influences spatial cognition, prefrontal cortical synaptic plasticity and hippocampal potassium ion channels in wistar rats. Neuroscience 2010, 169; 214-222.
30. Rosenzweig MR, Krech D, Bennett EL, Diamond MC. Effects of environmental complexity and training on brain chemistry and anatomy: a replication and extension. J Comp Physiol Psychol 1962, 55: 429-37.
31. Rosenzweig MR, Bennett EL, Hebert M, Morimoto H. Social grouping cannot account for cerebral effects of enriched environments. Brain Res 1978, 153:563-576.
32. Sale A, Putignano E, Cancedda L, Landi S, Cirulli F, Berardi N, Maffei L. Enriched environment and acceleration of visual system development. Neuropharmacology 2004, 47: 649-660.
33. Serra M, Sanna E, Mostallino M.C, Biggio G. Social isolation stress and neuroactive steroids. European Neuropsychopharmacology 2007, 17,1-11.
34. Scott JP. Critical periods in behavioral development. Science 1962, 138:949-958.
35. Shuikin NN, Levshina IP, Lipreovskaia EV. Rar behaviour in a light/dark chamber: Place preference task. Zh Vyssh Nerv Deiat IP Pavlova 2003, 53:746-753.
36. Syme LA. Social isolation at weaning: some effects on two measures of activity. Anim Learn Behav 1973, 1:161-163.
37. Terry RD, Katzman R. Life span and synapses: will there be a primary senile dementia? Neurobiol 2001, 22:347-348.
38. Thorsell A, Craig J, Slawewski, Aram El Khoury, Aleksander A, Mathe, Cindy L. Ehlers. The effects of social isolation on neuropeptide Y levels, exploratory and anxiety-related behaviors in rats. Pharmacology, Biochemistry and Behavior 2006, 83:28-34.
39. Vale AL, Montgomery AMJ. Social interaction: responses to chlordiazepoxide and the loss of isolation-reared effects with paired-housing. Psychopharmacology 1997, 133:127-132.
40. Weiss IC, Pryce CR, Jongen-Relo AL, Nanz-Bohr NI, Feldon J. Effect of social isolation on stress-related behavioural and neuroendocrine state in the rat. Behav Brain Res 2004, 152:279-295.
41. Whitaker-Azmitia PM. Role of serotonin and other neurotransmitter receptors in brain development: Basis for developmental pharmacology. Pharmacol Rev 1991, 43:553-561.